La guerra nuclear limitada

Los Estados Unidos se están preparando para una guerra limitada a los ataques contra bases militares, con pocas bajas civiles. Pero, ¿es razonable pensar en un número reducido de bajas y cabe ponerle límites a la guerra?

Sidney D. Drell y Frank von Hippel

Durante más de un decenio, las opciones estratégicas de los Estados Unidos han obedecido al reconocimiento y a la aceptación de unos cuantos hechos muy simples: los norteamericanos se reconocen rehenes nucleares de los rusos y éstos de aquéllos. En caso de guerra, ni los Estados Unidos ni la Unión Soviética serían capaces de evitar su virtual aniquilación; incluso si uno de los dos bandos iniciase la guerra con un ataque en masa de carácter preventivo, el otro seguiría conservando su capacidad de "destrucción asegurada", es decir, la posibilidad de devastar al país atacante. De una u otra forma, este reconocimiento ha constituido el fundamento de la disuasión mutua que ha prevalecido durante la mayor parte del último cuarto de siglo.

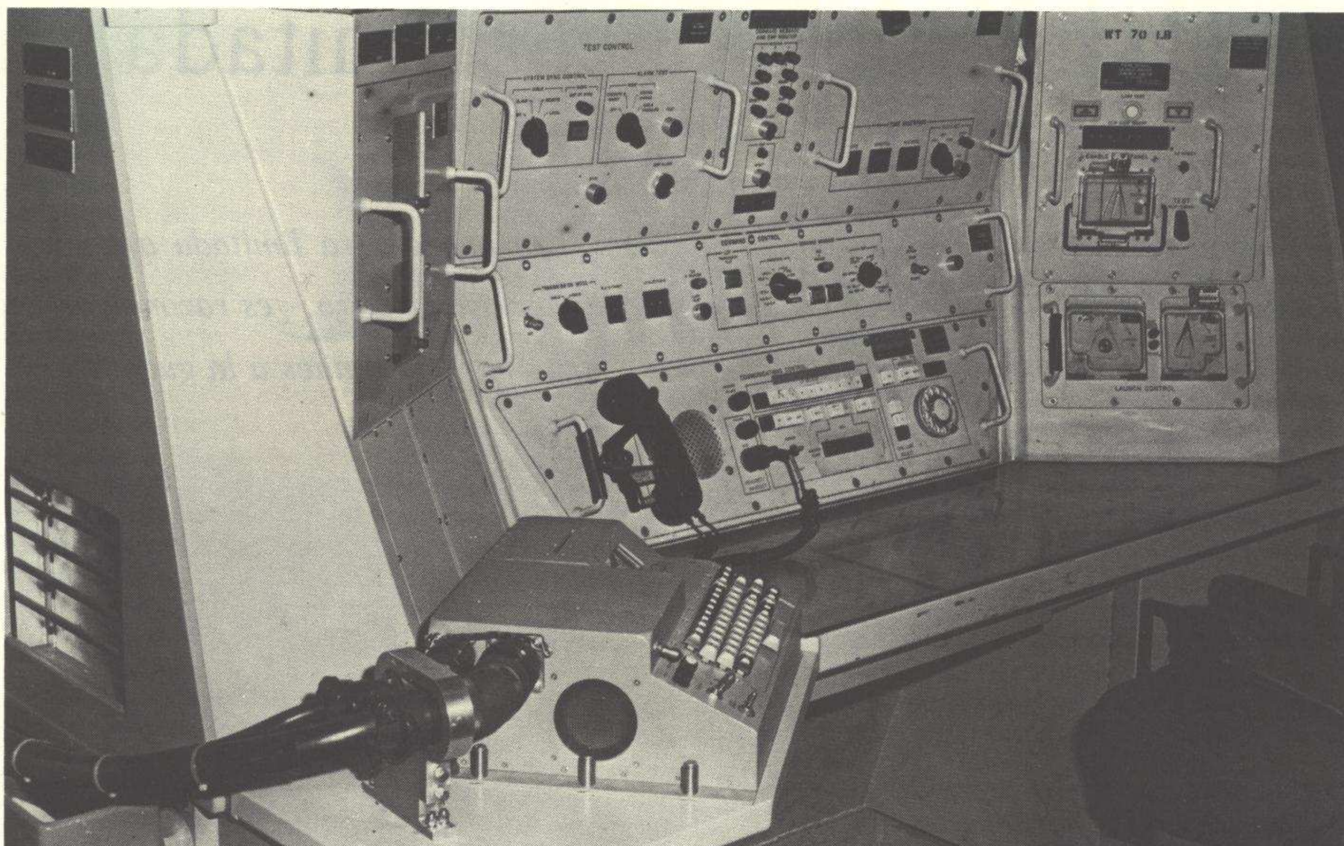
Sin embargo, también se ha aceptado la posibilidad de que las armas nucleares se usaran restrictivamente por parte de ambos bandos, sin llegar a la devastación total.

En 1970, el presidente Nixon subrayó la importancia de tener otras opciones, que no fueran el llamado "desquite masivo", para responder a un ataque reducido (y posiblemente fortuito). Esta formulación de una respuesta flexible no representaba ninguna novedad. Durante muchos años, los dirigentes norteamericanos dispusieron de la opción de lanzar un ataque nuclear limitado en lugar de un ataque total. Con todo, el ex secretario de Defensa John R. Schlesinger, en su comunicación al Congreso el 4 de marzo de 1974, amplió el campo de vigencia de la respuesta flexible, ya que, de acuerdo con su formulación, los Estados Unidos deberían incluir en su repertorio de respuestas flexibles la posibilidad de replicar a un ataque nuclear limitado con acciones seleccionadas, en especial, acciones de "contragolpe" dirigidas contra las instalaciones militares enemigas. Schlesinger sostuvo que estas acciones serían cualitativamente diferentes de los ataques intencionados contra los centros de población, y que disminuiría la probabilidad de que una guerra nuclear limitada se convirtiera en ataque mutuo masivo, con gran número de bajas civiles; añadió asimismo que un sistema flexible haría más creíble la posibilidad de un ataque nuclear norteamericano y, por consiguiente, incrementaría la ventaja que representan las fuerzas nucleares de los Estados Unidos en las confrontaciones internacionales.

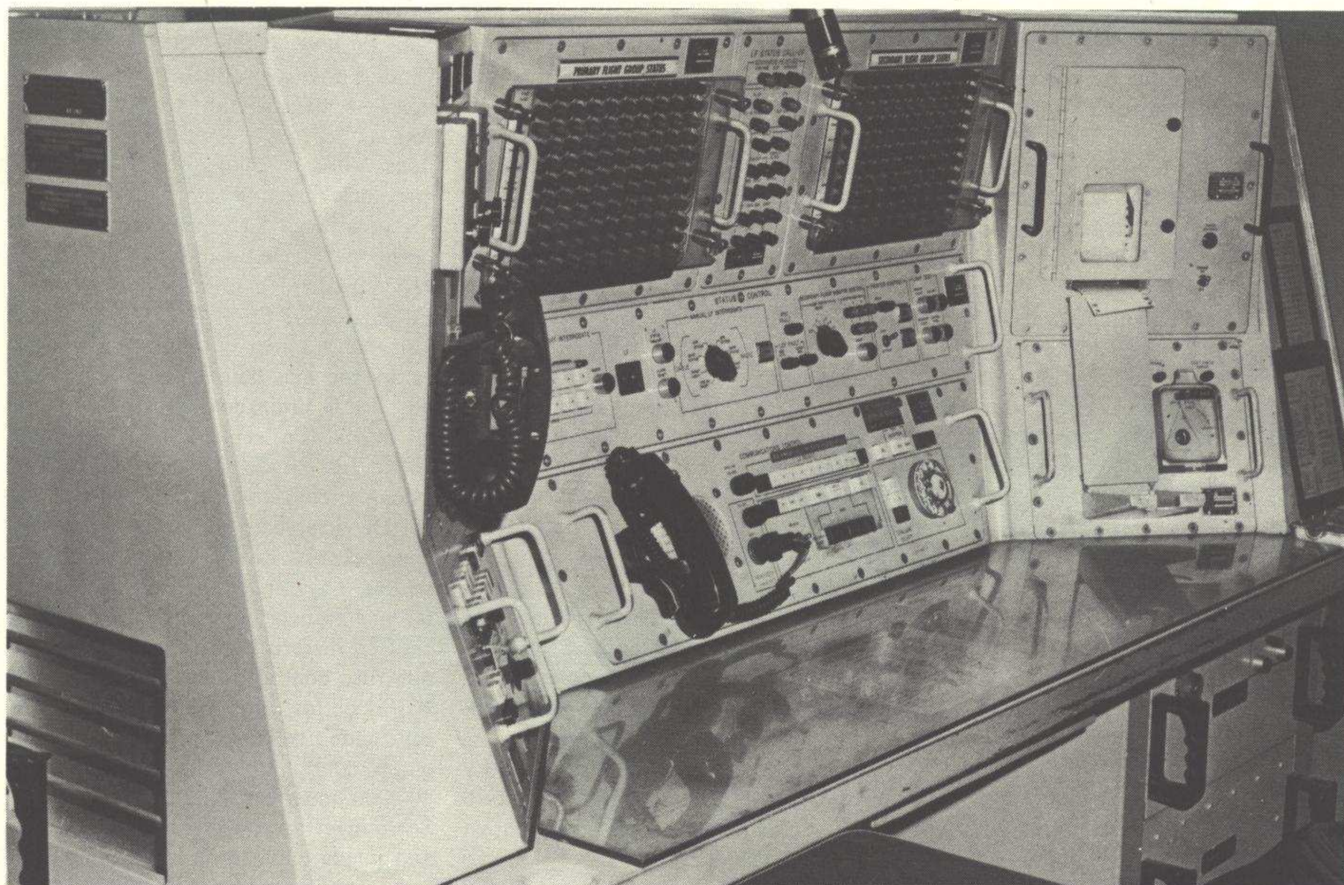
Desde 1974, Schlesinger y otras voces autorizadas en materia de defensa han ido poniendo de relieve lo que consideran como los dos nuevos requisitos necesarios en una estrategia de respuesta flexible. Uno de ellos es la puesta a punto de misiles balísticos intercontinentales (ICBM), capaces de destruir objetivos militares rusos reforzados o "duros", como, por ejemplo, los misiles emplazados en silos subterráneos a prueba de explosiones. El segundo requisito es una importante ampliación del programa de defensa civil, que en gran parte ha permanecido archivado desde comienzos de la década de los sesenta. Este programa tendría la finalidad de reforzar la credibilidad de la postura adoptada por los Estados Unidos en favor de una guerra nuclear limitada, puesto que protegería a la población civil de los efectos de posibles ataques nucleares limitados por parte de la Unión Soviética. Estos nuevos enfoques ponen el acento en la capacidad de intervenir en una guerra nuclear limitada y "ganarla".

El cambio de estrategia propuesto y las medidas de desarrollo de armamento y de ampliación de la defensa civil en que se pretende apoyarlo han sido criticados por dos razones principales. En primer lugar, los cálculos minuciosos basados en las características de las armas nucleares del próximo decenio indican que las bajas ocasionadas por cualquier acción de contragolpe que tenga significación militar serían tan elevadas que el concepto mismo de guerra nuclear limitada perdería todo sentido. En segundo lugar, la estrategia de contragolpe basada en la capacidad de destruir los ICBM enemigos acrecentaría el riesgo de una guerra nuclear.

En su declaración ante un subcomité del comité del Senado para Asuntos Exteriores, en marzo de 1974, Schlesinger argumentó en apoyo de semejante capacidad de contragolpes que una acción de contragolpe contra los Estados Unidos podría producir "centenares de miles" de bajas civiles, "en comparación con las decenas y los centenares de millones" que podrían resultar de un ataque nuclear mutuo total. Varios senadores mostraron su escepticismo ante el hecho de que una acción militarmente válida pudiera causar tan pocas bajas. En particular, Clifford P. Case, senador por Nueva Jersey, solicitó que se explicaran con más detenimiento los puntos de partida utilizados para el cálculo de las bajas. En septiembre, Schlesinger volvió al Senado llevando consigo los cálculos realizados con los ordenadores del Departamento de Defensa sobre las consecuencias de una guerra nuclear limitada. Las cifras indicaban que, si existía y se aprovechaba una amplia protección en materia de defensa civil, un ataque ruso contra la totalidad de los 1054 ICBM de los tipos Minuteman y Titan, utilizando una cabeza nuclear de un megatón contra cada silo, causaría unas 800.000 muertes civiles. De todo ello, Schlesinger sacaba la conclusión de que "no puede dudarse de la posibilidad de los ataques nucleares limitados basándose en que se registrarían cifras enormes de muertos y de heridos civiles".



LA CONSOLA DEL MINUTEMAN III, que pertenece al jefe de la dotación de combate, gobierna el lanzamiento de una escuadrilla de 10 misiles. El teclado *(en primer plano)* **corresponde al sistema de Command Data Buffer, que reasigna los objetivos en 36 minutos.**



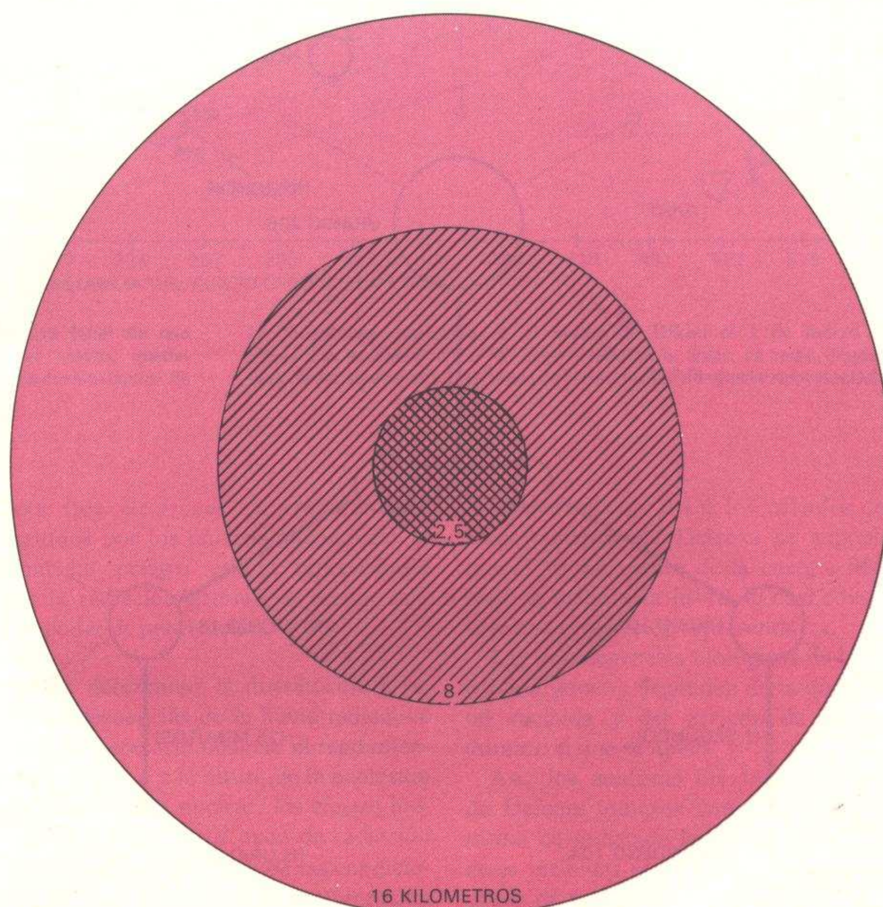
LA CONSOLA DE UN MINUTEMAN II que se muestra aquí es la del segundo jefe. Las consolas se hallan en centros de control de lanzamiento subterráneos. Estados Unidos dispone de 450 Minuteman II y de 550 Minuteman III con vehículos de reentrada con objetivos múltiples.

Algunos senadores no acababan de convencerse, y el Office of Technology Assessment (OTA) del Congreso recibió el encargo de revisar los cálculos del Departamento de Defensa. Un grupo de expertos, del que formaba parte uno de los autores (Drell), manifestó en el informe correspondiente, presentado en febrero de 1975, que "la cifra de bajas calculada para los ataques en cuestión era demasiado reducida, ya que no se habían tomado en cuenta los efectos a medio y largo plazo" de las explosiones nucleares. Centrando la atención en que la acción rusa supuesta por el Departamento de Defensa "no se proponía evidentemente destruir al máximo los ICBM norteamericanos", el grupo de expertos afirmaba que un esfuerzo real por parte rusa para causar el máximo daño posible a las fuerzas estratégicas de los Estados Unidos actualmente en servicio, o en fase de puesta a punto, "produciría daños enormes a la sociedad norteamericana". El grupo de estudio planteaba varias cuestiones concretas sobre algunos de los supuestos de que partían los cálculos del Departamento de Defensa y solicitaba asimismo que se estimase el grado probable de daños que los supuestos ataques causarían en los objetivos militares norteamericanos. Este punto resultaba decisivo, puesto que sería ilusorio y engañoso calcular una cifra de bajas reducida para un imaginario ataque de contragolpe insignificante (y, por lo tanto, improbable).

Para responder a las críticas del grupo de expertos, los analistas del Departamento de Defensa comprobaron la exactitud de sus cálculos en relación con los supuestos discutidos por el grupo y evaluaron la efectividad de diversas acciones rusas posibles. A continuación examinaremos estas cuestiones y algunos de sus factores técnicos subyacentes; nos apoyaremos, en parte, en los resultados obtenidos por el Departamento de Defensa, publicados en julio de 1975, así como en un estudio independiente, realizado por Henry C. Kelly, del Office of Technology Assessment en colaboración con Richard L. Garwin y uno de nosotros (von Hippe), y presentado al Comité de Asuntos Exteriores en septiembre del mismo año. Las conclusiones son las siguientes: las acciones que causasen relativamente pocas bajas, serían militarmente insignificantes; las acciones que produjesen daños apreciables a las fuerzas estratégicas de los Estados Unidos ocasionarían bajas civiles muy importantes; incluso el más amplio de los ataques de contragolpe analizados seguiría dejando una capacidad de respuesta tan enorme en manos de los norteamericanos, que cualquier estrategia de contragolpe resultaría ineficaz desde el punto de vista ruso.

Empezaremos examinando las técnicas seguidas en el cálculo de las bajas civiles producidas por un ataque nuclear. El nivel de bajas depende estrechamente de muchos factores, como, por ejemplo, el tipo de ataque, las condiciones atmosféricas y la protección de la defensa civil.

De cualquier forma, las características físicas básicas de los efectos producidos

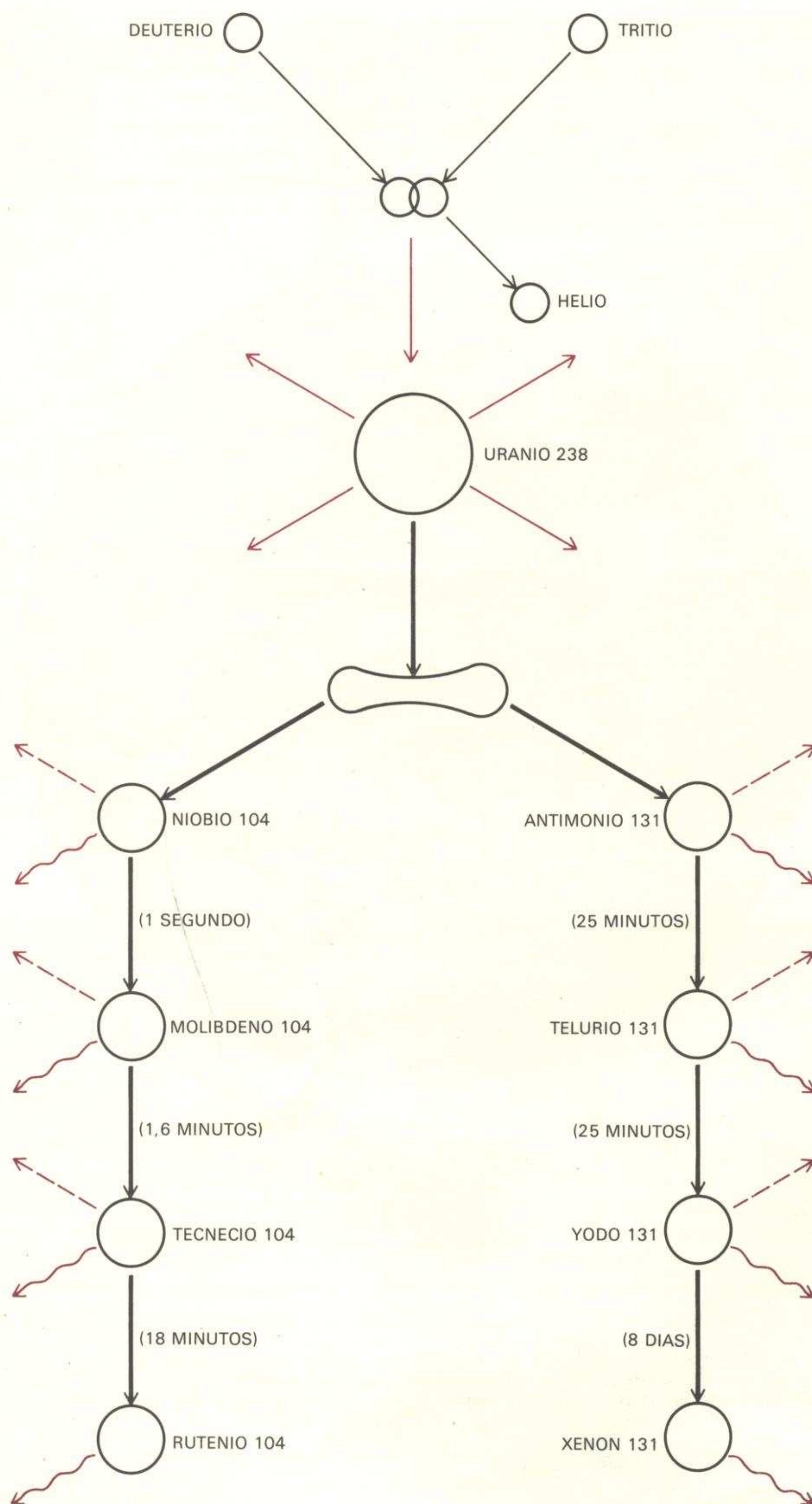


CAUSA		EFECTO
	RADIACION TERMICA	QUEMADURAS, INCENDIOS, POSIBLE TEMPESTAD DE FUEGO
	CHOQUE	BAJAS DEBIDAS AL DERRUMBAMIENTO DE EDIFICIOS Y A FRAGMENTOS DE CRISTALES PROYECTADOS
	RADIACION NUCLEAR	MUERTES POR RADIACION

LOS EFECTOS INMEDIATOS de una explosión nuclear se deben a la radiación nuclear inicial, la onda de choque y las radiaciones térmicas. Se dan los radios aproximados en que se apreciarían los efectos, para una cabeza nuclear de un megatón al explotar en superficie.

DOSIS (EN REMS)		EFECTO
RECIBIDA DURANTE UNA SEMANA	RECIBIDA DURANTE UN MES	
150	200	UMBRAL DE MORBILIDAD DEBIDA A LA RADIACION
250	350	MORTALIDAD POSIBLE DEL 5 POR CIENTO
450	600	MORTALIDAD POSIBLE DEL 50 POR CIENTO

LOS EFECTOS BIOLOGICOS de la radiación varían con la tasa a que se recibe una dosis. La unidad de dosis, el rem, tiene en cuenta la eficacia relativa de cada tipo de radiación.



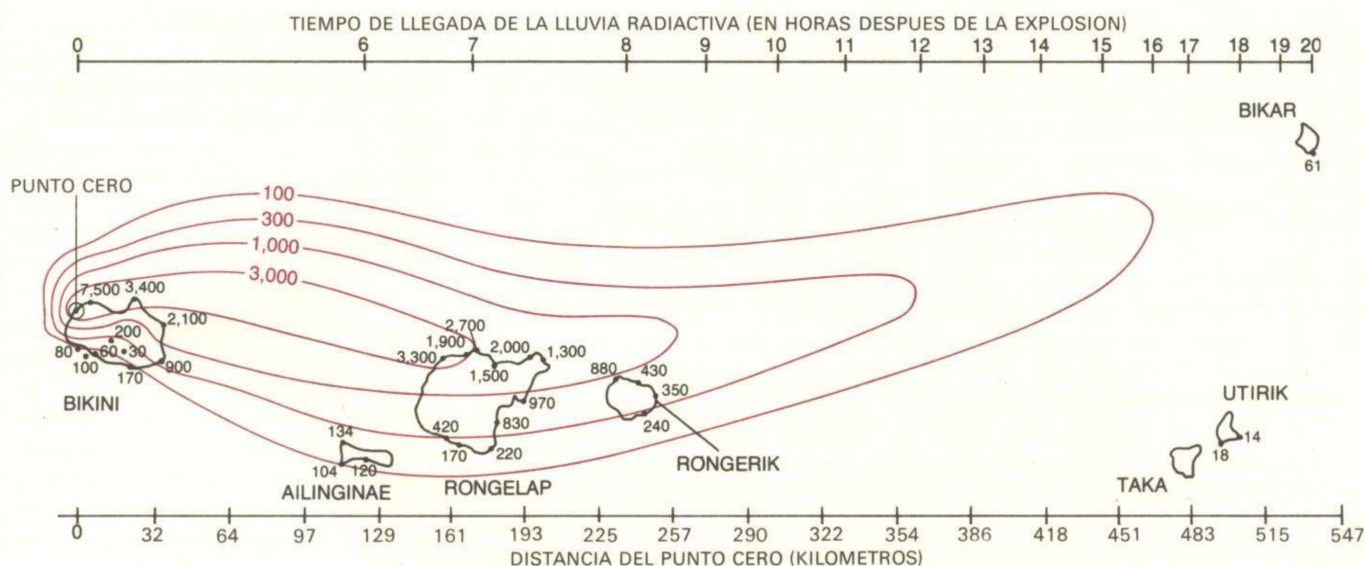
LOS PRODUCTOS DE LA FISION, de los cuales procede la radiación de la lluvia radiactiva, ocurren en la cadena de acontecimientos que tienen lugar después de la explosión, en este caso una explosión de fisión-fusión-fisión típica. Bajo los efectos del calor producido por una explosión de fisión inicial, el deuterio y el tritio, isótopos del hidrógeno, se fusionan para formar helio, liberando un neutrón rápido ***(fecha de color).*** **El neutrón penetra en el núcleo de un átomo de uranio 238, haciéndolo inestable; el átomo se fisiona, liberando cuatro neutrones y dos productos, de fisión. Estos emiten rayos beta o electrones** ***(flecha de trazos)*** **y rayos gamma** ***(flechas onduladas),*** **desintegrándose y dando otros productos. Cada cadena de desintegración termina al final en un isótopo estable. Para cada transición existe una vida media característica, que tiende a ser más prolongada cuanto más cercana se halla la etapa de estabilidad. Otras cadenas de desintegración, que no se muestran en esta figura, producen dos importantes radioisótopos de vida larga, como son el estroncio 90 y el cesio 137.**

por las cabezas nucleares están perfectamente estudiadas y son ampliamente conocidas; se hallan expuestas con la mayor amplitud posible en *The Effects of Nuclear Weapons*, publicación del Departamento de Defensa y de la Comisión de Energía Atómica, preparada por Samuel Glasstone, que vio la luz por primera vez en 1957 y, posteriormente, en edición revisada, en 1962.

En el caso de una explosión nuclear a baja altura que libere una energía equivalente a un millón de toneladas (un megatón) de TNT, los efectos inmediatos de presión, temperatura y radiactividad afectarían a un área de unos 15 kilómetros de radio alrededor del punto cero. En los objetivos militares situados cerca de centros de población, como pueden ser los astilleros, bases de submarinos lanzamisiles y ciertos puestos de mandò, el Departamento de Defensa calculó que las muertes producidas exclusivamente por la onda de choque oscilarían entre 50.000 y 100.000, en el caso de una cabeza nuclear que estallara a una altitud lo bastante elevada para que la lluvia radiactiva local no representara un peligro. Si se tratase de objetivos militares situados en zonas de poca densidad de población, las bajas debidas a esos efectos inmediatos serían más reducidas.

En semejantes objetivos, la mayoría de las bajas civiles se producirían a causa de la lluvia radiactiva; y hay que tener en cuenta que la lluvia radiactiva de un ataque ruso contra una base de misiles Minuteman podría ser mortífera a muchos cientos de kilómetros de distancia, en la dirección del viento dominante. Tomando en consideración las armas actualmente en servicio o que pueden estarlo en los próximos diez años, un ataque de esta clase podría realizarse mediante un explosivo nuclear de un megatón o dos, preparados para su detonación cerca de la superficie en cada uno de los 150 o 200 silos reforzados de ICBM de la base.

La lluvia radiactiva se debe a los miles de toneladas de tierra, rocas y otros materiales fundidos o evaporados por el calor de cada explosión y mezclados con los subproductos radiactivos de la misma. Estas partículas serían arrastradas hasta una altitud de unos 13 kilómetros por la ascensión de la bola de fuego. Esta se enfriaría en la estratosfera y las partículas de mayor tamaño caerían al suelo, en el término de un día aproximadamente, sobre un área que se extendería a varios cientos de kilómetros en la dirección del viento dominante, en forma de lluvia radiactiva "local". Las partícu-



LOS PELIGROS que representa la lluvia radiactiva local de una explosión termonuclear, al ser arrastrada por el viento, quedaron patentes en la prueba de una bomba de fisión-fusión-fisión, de 15 megatones, realizada en el atolón de Bikini el 1 de marzo de 1954. Las medidas *(cifras en negro)* señalan la dosis, en rems, acumulada 96 horas después. Las líneas de isointensidad dibujan la zona afectada.

las más pequeñas serían arrastradas a gran distancia y acabarían por depositarse en la superficie terrestre en forma de lluvia radiactiva global.

Los peligros de la lluvia radiactiva local quedaron demostrados de manera dramática por los hechos consiguientes a la primera prueba de una bomba de fisión-fusión-fisión (con una potencia de 15 megatones) realizada por los Estados Unidos en el atolón de Bikini, el primero de marzo de 1954 *(véase la ilustración superior de esta página)*. Unos pescadores que se encontraban a 130 kilómetros en la dirección del viento recibieron dosis tan elevadas de radiación que uno de ellos acabó por fallecer. Los habitantes del extremo meridional del atolón de Rongelap, a 160 kilómetros en la dirección del viento, sufrieron los graves efectos de la radiación a corto y largo plazo. Si hubiesen residido en la parte norte del atolón, los niveles de radiación más elevados que se registraron allí les hubieran matado, casi con toda seguridad.

En el caso de que, contrariamente a lo que hicieron los habitantes de Rongelap, la gente de la zona afectada por la lluvia radiactiva local no ingiriera comida o agua contaminadas, el principal peligro residiría en la radiación externa de las partículas radiactivas. (La mayor parte de las partículas de la lluvia radiactiva local serían demasiado grandes para pasar a los pulmones por inhalación.) Si la gente buscase refugio y no entrase en contacto directo con la lluvia radiactiva, evitando de este modo las quemaduras causadas por las partículas beta (los electrones de corto alcance emitidos por los núcleos radiactivos), el principal peligro estaría representado por la radiación gamma, de mucho mayor poder de penetración.

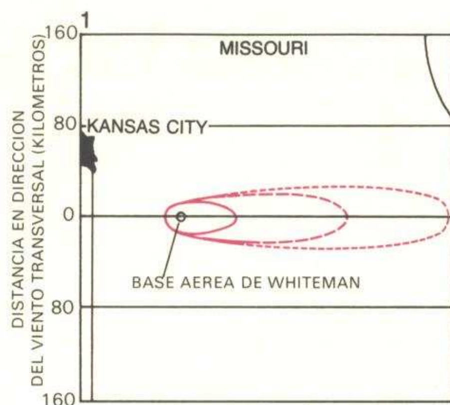
Para determinar la distribución y las consecuencias de la lluvia radiactiva local es necesario conocer el rendimiento de la fisión y la altura de la explosión de cada cabeza nuclear, los efectos biológicos de una dosis dada de radiación absorbida, la influencia de las condiciones atmosféricas sobre la configuración del área afectada por la lluvia radiactiva, el grado de protección de la población y la distribución geográfica, así como la potencia total, en megatones, del ataque. Las previsiones sobre la cifra de muertos y heridos variarán según los supuestos que se planteen acerca de cada uno de los factores citados, que iremos considerando.

La radiactividad de la lluvia provendría, en su mayor parte, de la fisión. Un arma "termonuclear" es, por lo general, un ingenio de fisión-fusión-fisión, en el cual un "pequeño" explosivo de fisión (uno de estos dos isótopos, el uranio 235 o el plutonio 239, que dan lugar a una reacción en cadena) sirve a su vez como detonante para una explosión por fusión de deuterio y tritio, isótopos del hidrógeno, por ejemplo. Los neutrones rápidos emitidos por la reacción de fusión producen a continuación la fisión de los núcleos de una gran cantidad de uranio 238 (isótopo que no da lugar a una reacción en cadena), liberando más energía de fisión *(véase la ilustración de la página anterior)*. En los cálculos del Departamento de Defensa se suponía que el 50 por ciento de la energía liberada se debía a la fisión, lo cual constituye una proporción representativa.

Las consecuencias biológicas de la radiación gamma dependen de la dosis total recibida y del período de tiempo durante el que se aplica.

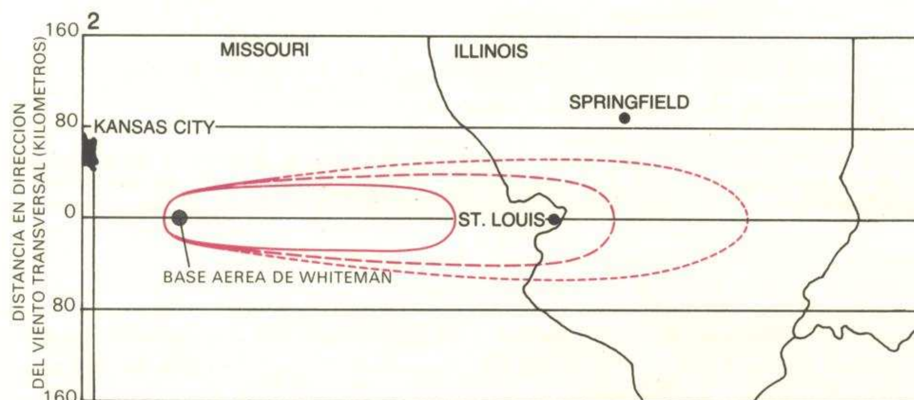
Así, los analistas del Departamento de Defensa tomaron como dosis mortal media de radiación la de 450 rems, para dosis recibidas en el transcurso de unos pocos días. (El rem, siglas de "Röntgen, equivalencia, mamífero", es una unidad de medida de los efectos biológicos de la radiación). Para dosis recibidas durante un tiempo más prolongado, la dosis mortal se fijó en un nivel algo más alto, puesto que, con el tiempo, todo sistema biológico puede compensar en una medida considerable los daños debidos a la radiación. La dosis efectiva, soportada por la población afectada cuando la tasa de compensación se equilibra estrictamente con la tasa de los daños provocados por el campo ambiental de radiación en disminución, sería la "dosis biológica máxima" y determinaría el carácter mortal de la exposición a la radiación.

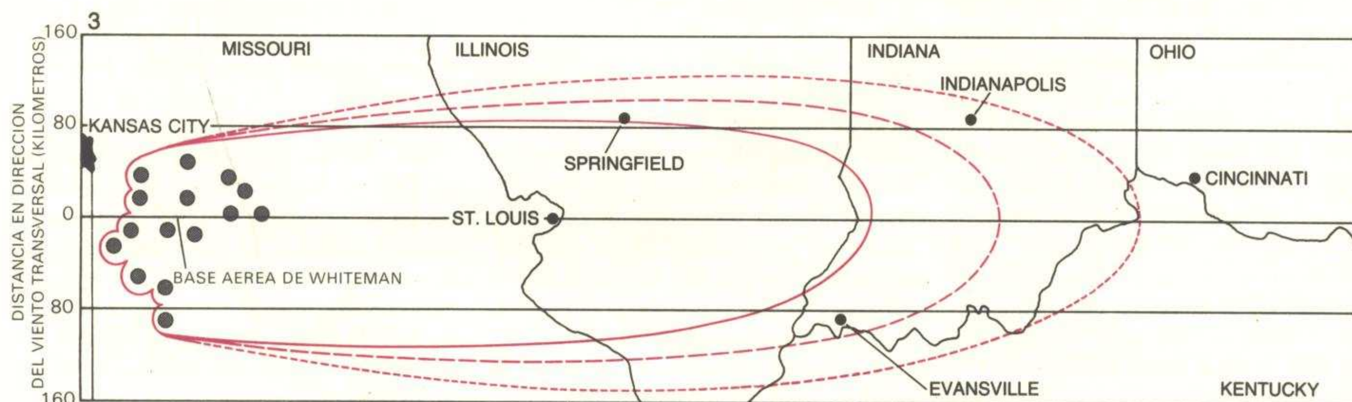
La muerte a consecuencia de las enfermedades producidas por la radiación sería lenta y dolorosa. Tal como se afirma en el libro de Glasstone, "los síntomas iniciales son [...] náuseas, vómitos, diarrea, pérdida del apetito y malestar." A partir de la segunda o tercera semana después de que el individuo haya estado expuesto a la radiactividad "se registra una tendencia a sangrar en varios órga-

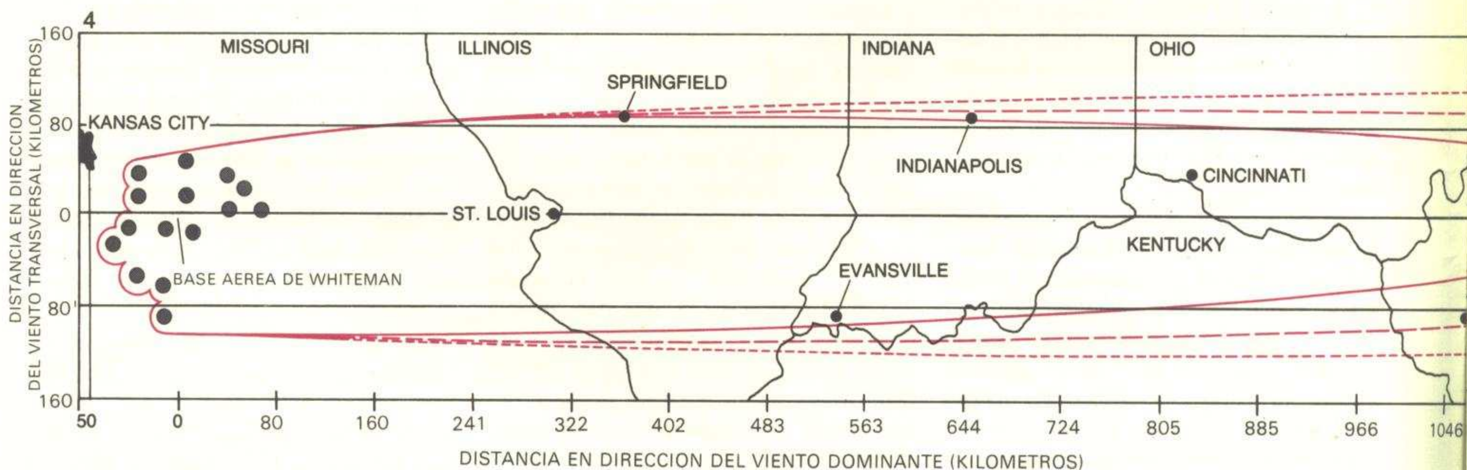


nos y se observan pequeñas hemorragias debajo de la piel". Son comunes las pérdidas de sangre espontáneas por la boca y el conducto intestinal. "La caída del cabello [...] se inicia también al cabo de unas dos semanas [...]. La ulceración alrededor de los labios puede [...] extenderse desde la boca a todo el conducto gastrointestinal". Finalmente, "la disminución de los leucocitos de la sangre y las lesiones sufridas por otros mecanismos de inmunidad del organismo [...] permiten que se declare una infección generalizada". Sólo hay que multiplicar este relato por varios millones para tener una visión parcial de las posibles consecuencias de los ataques nucleares "limitados" en los Estados Unidos y la Unión Soviética.

Si, por ejemplo, los productos recientes de un megatón de fisión se esparcieran uniformemente por un área totalmente plana de unos 1600 kilómetros cuadrados, la tasa de la dosis de rayos gamma a un metro sobre el suelo sería de 250 rems por hora, al cabo de 10 horas. Para los seres humanos, la dosis mortal media con una dosis proporcional tan elevada es de unos 450 rems. La tasa de la dosis de rayos gamma disminuiría dieciséis veces por cada aumento en diez veces del período de tiempo transcurrido, durante los primeros seis meses contados a partir de la explosión, y con







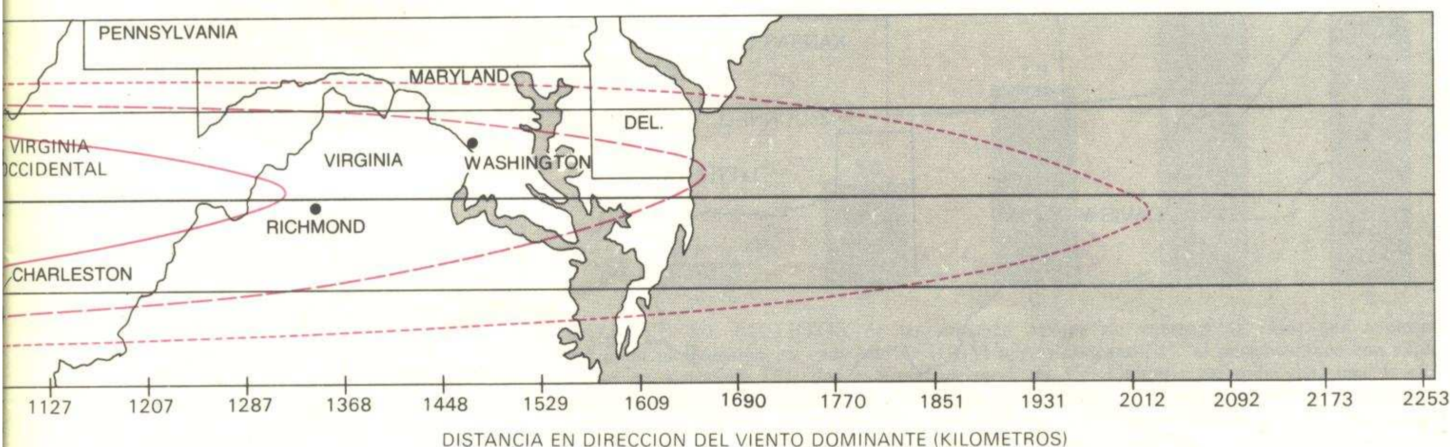
LAS AREAS AFECTADAS por la lluvia radiactiva se han calculado para un ataque mediante cabezas nucleares (con un 50 por ciento de su rendimiento explosivo debido a la fisión) explosionadas en superficie sobre los ICBM de la base aérea de Whiteman, en Missouri. Las líneas de isointensidad corresponden a las dosis biológicas máximas de 1350 rems al aire libre o 450 rems (50 por ciento de muertos) en el interior de una vivienda media *(línea continua)*; de 450 rems al aire libre *(línea de trazos)*; y de 150 rems al aire libre *(línea de puntos)*, que representa el umbral de mortalidad. Las cuatro áreas corresponden a una sola cabeza nuclear *(1)*, a una cabeza nuclear en cada uno de los 10 si-

posterioridad lo haría más rápidamente. En el ejemplo considerado, la intensidad de radiación habría disminuido hasta los 15 rems por hora al cabo de cuatro días y, a un rem por hora aproximadamente, a los 40 días. Sin embargo, para una persona que permaneciera en la zona de radiación, la dosis acumulada continuaría aumentando significativamente durante largo tiempo. Consideremos la lluvia radiactiva local que se inicia al cabo de unas diez horas de la explosión, tiempo normal para que la precipitación llegue al suelo. Un 40 por ciento de la dosis que se acumulara a partir de aquel momento quedaría aún activa al cabo de cuatro días y, un 25 por ciento, al cabo de 40 días.

La altura a la que se realizara la explosión de las cabezas nucleares, que influye mucho sobre la cantidad de lluvia radiactiva depositada en la dirección del viento dominante, dependería del objetivo escogido. En los ataques de contragolpe supuestos por el Departamento de Defensa, la mayor parte de los megatones se dirigirían contra los silos subterráneos de los misiles Minuteman. Según el Departamento, la eficacia destructiva de explosiones realizadas a ras del suelo y en el aire, a "la altura óptima de explosión", sería casi equivalente. (La altura óptima de explosión es aquella que, para un rendimiento dado, produce una presión debida a la explosión que supera un cierto valor en la mayor superficie posible; para un rendimiento de un megatón y una sobrepresión de unos 70 kilos por centímetro cuadrado, dicha altura sería de unos 300 metros.) Así, el atacante tendría que escoger necesariamente entre dos posibilidades incompatibles entre sí. Por una parte, una explosión a ras del suelo no exige tanta precisión como una explosión aérea (lo cual es importante, puesto que los ataques contra objetivos "duros" exigen, ante todo, una puntería afinada al máximo). Por otra parte, los cálculos del Departamento de Defensa demuestran que, en igualdad de condiciones, en el caso de un ataque contra los ICBM norteamericanos la cifra de muertes debidas a la lluvia radiactiva podría ser cuatro veces más elevada en las explosiones en superficie que en las controladas a determinada altura.

La bola de fuego producida por una explosión nuclear de un megatón se eleva rápidamente, junto con los productos de fisión que contiene, hasta que la parte superior de la nube originada por el enfriamiento de dicha bola de fuego penetra en la estratosfera, a unos 10 kilómetros sobre el nivel del mar en latitudes medias. A una altitud de unos 16 kilómetros, la nube se estabiliza y sus productos de fisión se dispersan sobre una superficie de unos 6 o 7 kilómetros de diámetro. Para una explosión de un megatón, el tiempo medio de precipitación de la lluvia radiactiva local suele ser de unas ocho horas. El tiempo de precipitación y la velocidad media de los vientos existentes entre el pico de la nube y el suelo determinan la distancia a que resultan arrastradas las partículas por el viento dominante. Para una velocidad media del viento de 30 kilómetros por hora, muy usual, la distancia media de arrastre sería de unos 260 kilómetros. (El tiempo de precipitación determina también hasta qué punto los isótopos radiactivos de vida corta se desintegran sin producir daños antes de llegar al suelo.) La extensión del área afectada por la lluvia radiactiva depende esencialmente de las diferencias de velocidad y dirección de los vientos a que se hallan sometidas las partículas a distintas alturas de la nube. Supuesto un gradiente vertical de velocidad del viento de un kilómetro por hora y por kilómetro de altura, bastante normal, y una velocidad media de 30 kilómetros por hora, la anchura del área afectada por la lluvia radiactiva, a 160 kilómetros del punto cero, en la dirección del viento, sería de unos 40 kilómetros.

Es evidente que el número de bajas depende mucho de las condiciones atmosféricas que se den por supuestas. En los cálculos del Departamento de Defensa, la cifra total de bajas de un hipotético ataque era tres veces más elevada si soplaban los vientos típicos de marzo que con vientos de junio. Estas variaciones se deben en gran parte a los cambios de dirección y de velocidad de los vientos, cambios que determinan si el área afectada por la lluvia radiactiva engloba o no ciertas zonas densamente pobladas. Sea, por ejemplo, la configuración del área afectada por la lluvia radiactiva a partir del "ala" de misiles Minuteman emplazada en la base aérea de Whiteman, en el centro del estado de Missouri, después de una ataque ruso realizado con dos explosiones en la superficie, de un megatón (con un rendimiento del 50 por ciento de la fisión), contra cada uno de los 150 silos con que cuenta la base. Supuesta una velocidad media del viento de 30 kilómetros por hora, la zona de lluvia radiactiva mortífera para personas bajo techado llegaría hasta la fron-



los de escuadrilla *(círculo gris)* **de Minuteman** *(2)* **y a dos cabezas nucleares en cada uno de los 150 silos de las 15 escuadrillas emplazadas en Whiteman** *(3 y 4)*. **La gran diferencia entre las dos áreas inferiores resulta de haber supuesto distintas velocidades del viento. En los cuatro casos se ha supuesto que el viento sopla hacia el este.**

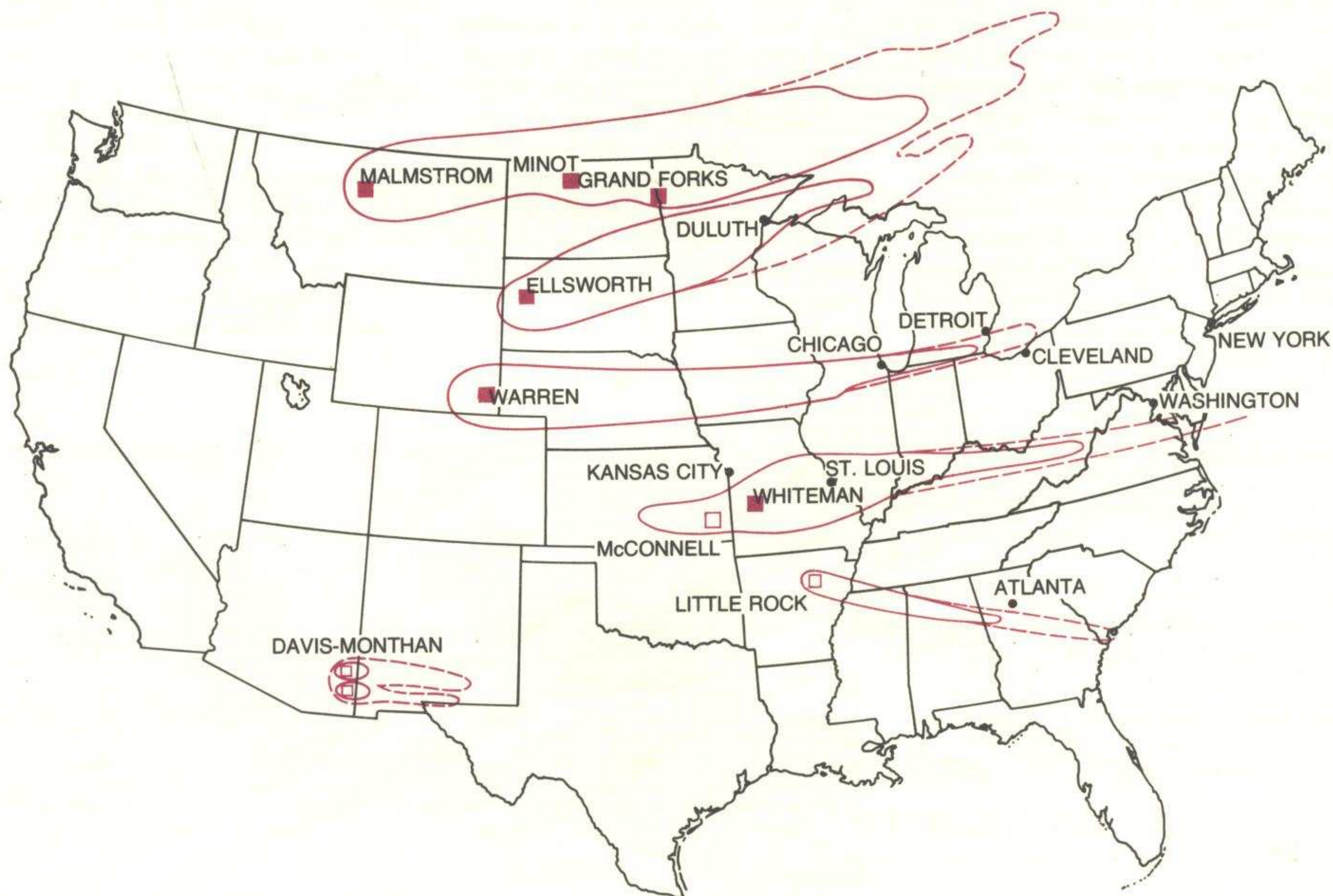
En los tres primeros ejemplos expuestos en la ilustración de la parte superior de la página opuesta, se ha supuesto que la velocidad del viento es constante, como de 30 kilómetros por hora. En el ejemplo inferior se ha supuesto una velocidad de 100 kilómetros por hora promediada a distintas altitudes situadas entre la superficie y la estratosfera.

tera entre los estados de Illinois e Indiana; con una velocidad media del viento de 100 kilómetros por hora (bastante frecuente en la troposfera, donde permanecerían las partículas radiactivas la mayor parte del tiempo, antes de caer al suelo) la zona en cuestión llegaría hasta los límites occidentales de Virginia *(véanse las ilustraciones de las páginas 20-21)*. El área delimitada por la línea de isointensidad correspondiente a la dosis mortífera sería muy extensa: un 2 por ciento más o menos de la superficie terrestre continental de los Estados Unidos.

Existen seis bases de misiles Minuteman, a partir de las cuales podrían originarse enormes campos de radiación mortífera comparables al descrito más arriba; además, hay también tres bases con 18 misiles Titan cada una. Así pues, en caso de que se produjera una acción de contragolpe contra los misiles norteamericanos, una parte importante de los Estados Unidos quedaría cubierta por las áreas afectadas por la radiación procedente de los miles de explosiones termonucleares. Por otra parte, una porción considerable de la población, incluyendo los habitantes de algunas de las ciudades más importantes del Medio Oeste, quedaría comprendida en las zonas de radiación mortífera *(véase la ilustración inferior de esta página)*. Es de suponer que un mapa de la URSS mostraría una figura semejante tras un ataque de contragolpe norteamericano contra aquel país.

Las consecuencias que se deriven para una persona que quedara incluida en el área afectada por la lluvia radiactiva arrastrada por el viento desde una explosión por fisión en superficie o a poca altura dependerían, por supuesto, no sólo del grado de contaminación alcanzado en el suelo, sino también del lugar donde dicha persona encontrara refugio. Actualmente, el programa de defensa civil norteamericano exige, para que un local sea considerado refugio, que proteja contra toda radiación gamma procedente de la lluvia radiactiva, excepto de un 1 a un 2 por ciento de la misma. El grado de protección que ofrece un refugio se caracteriza por su "factor de protección", que es el inverso de la fracción de radiación que penetra en él. Por consiguiente, las normas actuales prevén un factor de protección de 50 a 100. Este nivel de protección se puede conseguir con una cubierta de unos 60 centímetros de tierra o 40 centímetros de hormigón. Aquellas partes de una casa de una sola planta que se encuentran por encima del nivel del suelo tienen un factor de protección de 3. El factor de protección de los sótanos oscila entre 30 y 40, si se hallan completamente bajo tierra y, por lo tanto, casi toda la radiación gamma que reciben procede de la lluvia radiactiva que cae sobre el tejado del edificio.

En los cálculos del Departamento de Defensa, la distribución de factores de protección que se da por supuesta corresponde a la hipótesis de que un 60 por ciento aproximadamente de los habitantes de los Estados Unidos se dirigirá al mejor refugio existente en cada área y podrá llegar hasta él *(véase la ilustración superior, en la página 23)*. A la población que no se dirija a ningún refugio o que



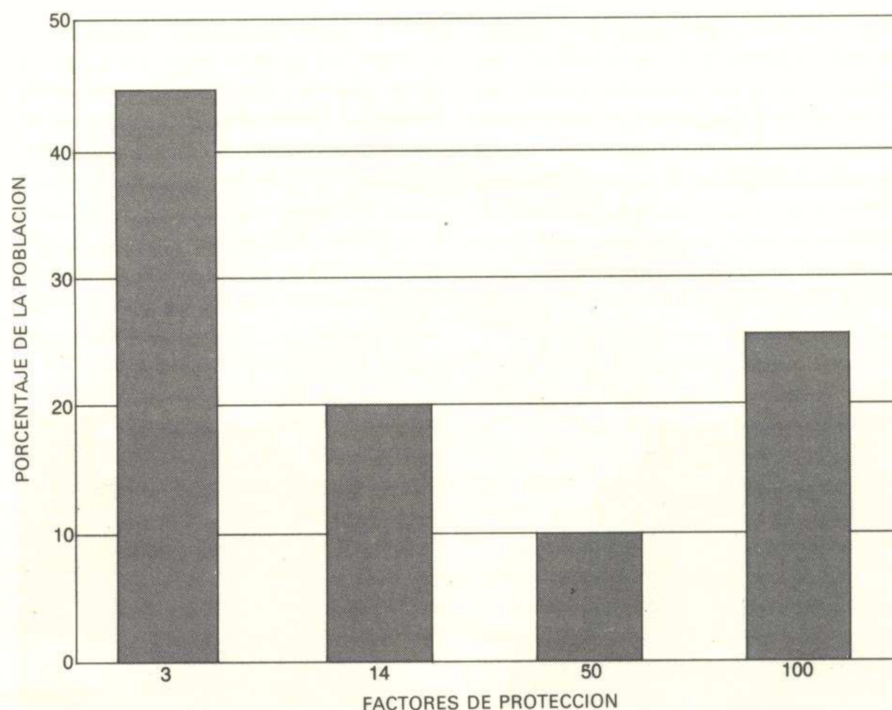
UN ATAQUE DE CONTRAGOLPE realizado contra todas las bases de ICBM de los tipos Titan *(cuadros blancos)* y Minuteman *(cuadros de color)*, con dos explosiones de un megatón en superficie (50 por ciento del rendimiento de fisión) por cada silo, daría esta figura. **Las líneas de isointensidad interiores delimitan las áreas con una dosis de 450 rems en locales cerrados (50 por ciento de muertos) y, las exteriores, las áreas con una dosis de 200 rems en las mismas condiciones (50 por ciento de hospitalizados). Las velocidades serían las del viento de marzo.**

no tenga ninguno a su disposición (el 40 por ciento restante) se le asigna un factor de protección de 3, correspondiente al de una vivienda normal. Se ha demostrado que, si se redujeran a la mitad los factores de protección, aumentaría la cifra de muertes en más del 50 por ciento.

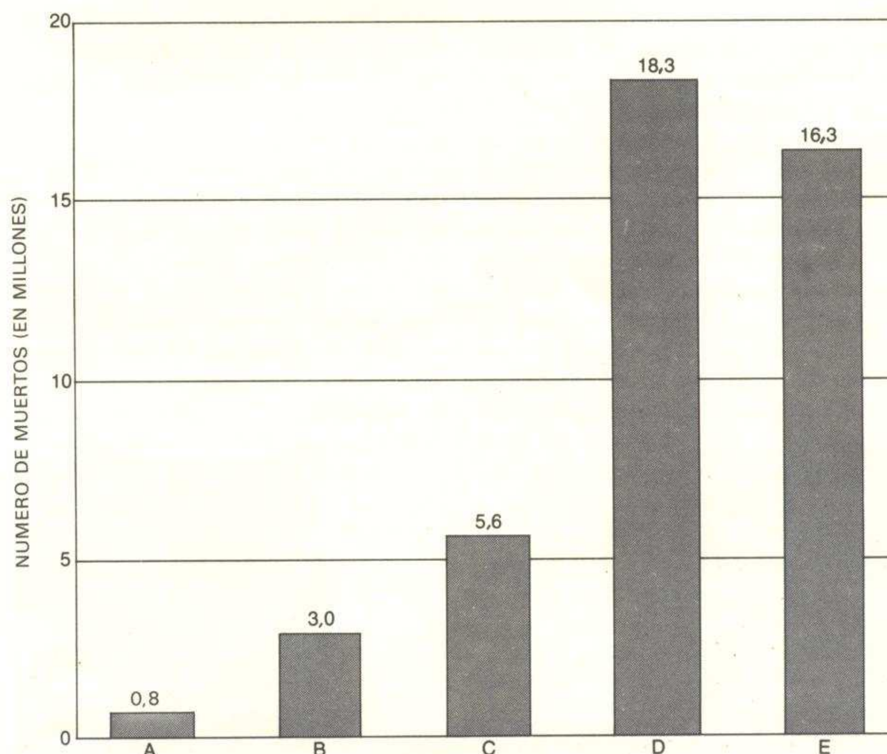
Téngase en cuenta que los analistas del Departamento de Defensa supusieron que la gente permanecería durante 30 días en los refugios. Dado el nivel actual de preparación de la defensa civil es muy poco probable que la población pudiera permanecer bien protegida durante un período de tiempo tan prolongado. Si se desea afrontar el problema de la guerra nuclear limitada como una opción estratégica –es decir, como una amenaza real en un enfrentamiento con la URSS– sería necesario mejorar considerablemente los refugios existentes. En otras palabras, los Estados Unidos tendrían que embarcarse en un programa de defensa civil mucho más vasto que el actual.

Efectivamente, se ha propuesto no hace mucho en el proyecto de presupuestos anuales de defensa de los Estados Unidos, como un anexo imprescindible en la nueva estrategia, la preparación de los procedimientos de defensa civil necesarios para realizar una evacuación masiva de la población, así como para buscarle nuevo alojamiento, durante los momentos críticos. Los preparativos exigidos para unos movimientos en masa de tanta envergadura, así como para el sustento de la población evacuada durante períodos prolongados, tendrían una profunda repercusión en la sociedad norteamericana en tiempo de paz. Los refugios bien identificados y los planes de evacuación no bastarían para constituir un programa eficaz de defensa civil; un sistema total debería organizarse en íntima relación con la vida civil, mediante programas de capacitación, ejercicios y actividades de carácter voluntario.

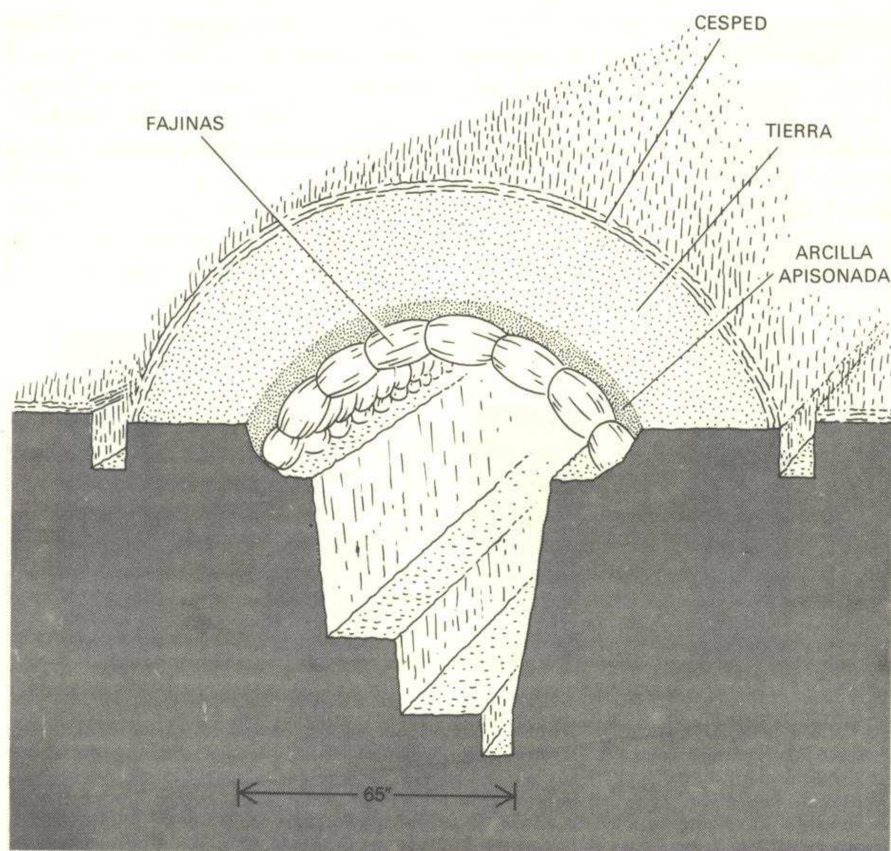
Se puede tener una idea de las dimensiones de un programa de defensa civil capaz de asegurar un alto grado de ocupación de los refugios y de mantenerlo durante varias semanas, si se examina el sistema previsto en la guía de defensa civil norteamericana de 1962. Los planes expuestos en la guía (que nunca fueron llevados a la práctica) suponían que, para cada refugio con una capacidad de 100 civiles, se necesitarían 25 personas desempeñando funciones operativas, de ellas unas 10 o 12 previamente capacitadas. Es decir, que el 10 por ciento de

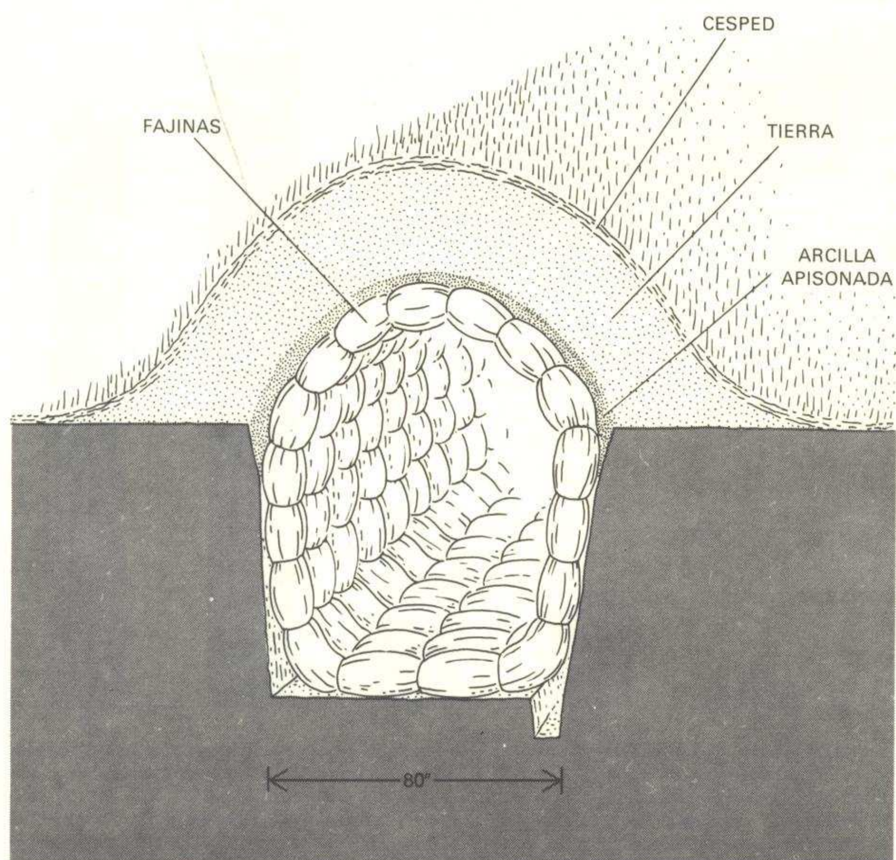


LA "DISPOSICION DE LOS REFUGIOS" en que se han basado los cálculos del Departamento de Defensa se indica en la figura mediante barras que muestran qué porcentaje de la población se halla protegida por refugios a los que se ha asignado un determinado "factor de protección" (igual al inverso de la proporción de radiación gamma que penetra en el refugio). La planta baja de una casa de un piso proporciona un factor de 3 aproximadamente; el sótano de una casa de madera podría dar un factor de 15 a 20, el de una casa de dos pisos, de hasta 50. Una zanja tapada con 60 cm de tierra da un factor de cerca de 100.



BALANCE DE MUERTOS de un supuesto ataque de contragolpe ruso: una explosión aérea de un megatón en cada silo de ICBM norteamericano *(A)*; el mismo ataque con explosiones en superficie *(B)*; dos cabezas nucleares de 550 kilotones en cada silo, una de ellas explosionando en superficie y la otra en el aire *(C)*; dos cabezas nucleares de 3 megatones en cada silo, una en superficie y la otra en el aire *(D)*; un ataque "completo", con dos explosiones en superficie, de un megatón cada una, contra cada silo y con explosiones aéreas sobre las 46 bases del Mando Aéreo Estratégico y las dos bases de submarinos lanzamisiles *(E)*. En los tres últimos casos, la "disposición de refugios" de la figura anterior se ha "degradado" un 25 por ciento y se han supuesto vientos de marzo, en lugar de los de agosto. En los tres últimos casos el Departamento de Defensa evaluó el ataque: 42 por ciento de los ICBM destruidos *(C)*; 80 por ciento destruidos *(D)*; 57 por ciento de los ICBM destruidos y graves daños a los aviones en tierra o en vuelo, a 13 km de la base, y a los submarinos *(E)*.





LOS REFUGIOS PROYECTADOS por los rusos, reproducidos aquí de un manual publicado en la URSS en 1970, se basan en estructuras que puede construir la población "utilizando materiales que se encuentren a mano y con su propio trabajo". Los abrigos *(arriba)* **cavados en suelo arcilloso firme se cubren con hileras de fajinas (ramas o cañas), arcilla y 75 centímetros de tierra. Los terrenos blandos necesitan anillados de fajinas** *(abajo).*

la población protegida, equivalente al 20 por ciento de la población adulta, tendría que recibir cierta preparación específica. Para reclutar un personal de encuadramiento tan numeroso, las autoridades no podrían limitarse a recurrir a organizaciones públicas de seguridad y protección ya existentes, como la policía, los servicios de bomberos y las unidades de la Guardia Nacional.

Una de las misiones de este personal capacitado consistiría en mantener los sistemas de comunicación para distancias relativamente importantes, con el fin de solventar cualquier deficiencia de comida, agua o material sanitario a nivel local. También tendrían que saber manejar los intensímetros para medir la radiación, pues en el período inmediatamente posterior al ataque los niveles de lluvia radiactiva podrían variar considerablemente de un punto a otro. (Las partículas radiactivas, como la nieve, se acumulan en los lugares adonde son arrastradas, según el viento, el tiempo reinante y los obstáculos topográficos, edificios incluidos. Podrían existir bolsas relativamente seguras en el interior de áreas con niveles de radiación letales.) Este personal capacitado de encuadramiento tendría que desempeñar funciones de dirección en el largo período de extrema privación que seguiría al ataque, así como restablecer los servicios públicos de una sociedad con una gran proporción de sus ciudadanos enfermos, heridos y moribundos. Hay que tener en cuenta que los cálculos del Departamento de Defensa sobre las consecuencias de la guerra nuclear limitada pecan gravemente por defecto, casi con toda seguridad. Por ejemplo, estos cálculos omiten toda valoración de lo que puede constituir una de las consecuencias más graves a saber, la disgregación de los elementos rígidamente interdependientes que permiten el funcionamiento de las sociedades modernas. Pasan por alto simplemente las dificultades con que se enfrentaría una sociedad que intentara recuperar la normalidad con unos niveles de mortalidad y morbilidad sin ningún precedente, con una asistencia sanitaria insuficiente y con una grave desorganización en los abastecimientos de alimentos y agua. Además, los referidos cálculos omiten cualquier referencia a las consecuencias a largo plazo, como los millones de defectos genéticos y de casos de cáncer que se registrarían en todo el planeta, a lo largo de varias décadas después de producido el supuesto ataque nuclear.

Se necesitaría una conciencia y una preocupación públicas más profundas,

así como la disposición para participar en continuos ejercicios de defensa civil, si los Estados Unidos pretendieran poner en funcionamiento un sistema viable de evacuación y protección en masa. A falta de una preparación constante, el pánico y la desorganización más completa prevalecerían sin duda en los momentos del ataque. Es difícil ver cómo podría lograrse una identificación pública con estos planes sin una previa intensificación, deliberada y continua, de los temores populares acerca de la guerra nuclear. Una de las enseñanzas proporcionadas por el programa de defensa civil de 1961 y 1962, que era relativamente ineficaz, fue que las grandes inversiones en defensa civil y las incomodidades de un programa de construcción de refugios de cierta importancia, sólo podían aparecer justificados a ojos del público norteamericano si se exageraba la probabilidad de una guerra nuclear.

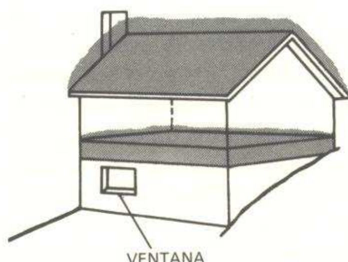
Vuelve hoy la creencia de que la URSS está poniendo a punto y ensayando determinados planes de defensa civil, en los que entra la evacuación de grandes masas de población, junto con la dispersión y el reforzamiento de la protección de su industria. Estos programas se aducen para sugerir que los Estados Unidos están perdiendo quizá su poder disuasorio y para incitar a que se redoblen los esfuerzos norteamericanos en materia de defensa civil. ¿Qué pruebas existen en apoyo de estas afirmaciones?

En la URSS se ha publicado mucho sobre este tema, y el problema de la defensa civil se ha divulgado entre la población con más intensidad que en los Estados Unidos. Al parecer, los rusos han gastado también más dinero en la preparación de planes y en organización, y han hecho intervenir en los ejercicios de defensa civil a un número limitado de personas imprescindibles dados sus conocimientos especializados. Sin embargo, ante un desastre a escala nacional y sin precedentes, como el que, según hemos visto, se produciría, cualquier programa eficaz de defensa civil tendría que incluir entre sus puntos esenciales maniobras de carácter general y ejercicios de supervivencia con intervención de toda la población. Si se hubieran realizado ejercicios de este tipo, lo habríamos sabido. En efecto, habrían sido muy difíciles de ocultar y muchos de los posibles participantes en ellos o que se hubieran enterado de su existencia han abandonado la URSS con posterioridad y habrían llamado la atención sobre los mismos. Sin embargo, nadie ha presentado pruebas de que se hayan realizado. El director de la traducción oficial norteamericana del manual reglamentario ruso de defensa civil para 1974 advierte que "la Unión Soviética no ha llegado a experimentar, entre la población y a gran escala, sus refugios ni ha realizado siquiera ejercicios simulados como los que han tenido lugar en los Estados Unidos". Los planes y las maniobras son algo muy distinto de un sistema efectivamente operativo.

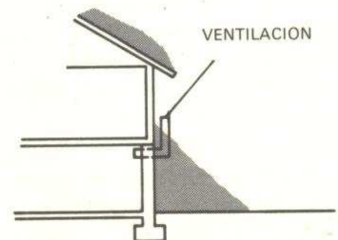
La respuesta presentada por el Departamento de Defensa en julio de 1975 contenía nuevas cifras sobre el número de bajas, así como estimaciones acerca de la eficacia militar de los supuestos ataques. De acuerdo con los nuevos cálculos, un ataque a base de dos cabezas nucleares de 550 kilotones, una de ellas explosionando en superficie y la otra en el aire, contra cada uno de los 1054 silos de ICBM norteamericanos ocasionaría 5,6 millones de muertes (suponiendo una reducción del 25 por ciento de los factores de protección de la población antes indicados) y destruiría sólo el 42 por ciento de los silos. Un ataque más importante, con dos cabezas nucleares de 3 megatones, una en superficie y la otra en el aire, dirigidas a cada silo, ocasionaría 18,3 millones de muertos y destruiría el 80 por ciento de los silos. Un ataque "completo", con dos explosiones en superficie, de un megatón cada una, contra cada silo de ICBM y con acciones dirigidas contra las 46 bases del Mando aéreo estratégico (SAC) y las dos bases de submarinos lanzamisiles, produciría 16,3 millones de muertos y destruiría el 57 por ciento de los ICBM, el 60 por ciento de los bombarderos sorprendidos en tierra y el 90 por ciento de los submarinos fondeados en sus bases *(véase la ilustración inferior de la pág. 23)*.

La eficacia de esos ataques sería algo mayor suponiendo que los misiles enemigos tuvieran una mayor precisión, y algo menor suponiendo que las fuerzas atacantes presentaran un grado de fiabilidad inferior al 100 por ciento. Otro factor que hay que tener en cuenta en los ataques en masa, con intervención de muchas cabezas nucleares que alcanzan sus objetivos aproximadamente al mismo tiempo y en la misma zona, es el "fratricidio" entre los misiles atacantes. En un ataque concentrado, en efecto, las perturbaciones atmosféricas creadas por las primeras cabezas nucleares que llegan a sus objetivos, forzosamente tienen que destruir, dañar o desviar muchas de las cabezas que siguen a continuación. Solamente una sincronización casi perfecta en la llegada de los misiles dirigidos contra un mismo silo o contra silos contiguos puede evitar este efecto.

En todo caso, es evidente que incluso mediante un ataque en masa, que produciría una devastación enorme, con la muerte directa de 20 millones de norteamericanos, la URSS sólo habría obtenido unos resultados de valor estratégico militar muy escaso. Incluso después de los







EL PROYECTO DE REFUGIO estadounidense, representado aquí a partir de unas ilustraciones publicadas por la Defense Civil Preparedness Agency, sirve para construir un "refugio improvisado" para acoger personas evacuadas. A fin de proporcionar una protección adecuada contra la lluvia radiactiva, en los sótanos que sólo se hallan en parte bajo el nivel del terreno es necesario colocar una capa de 30 centímetros de tierra debidamente fijada en el tejado y amontonar tierra bien apisonada contra los muros cuyas fachadas den al exterior.

ataques más intensos contra los ICBM, de entre los previstos por el Departamento de Defensa, sobrevivirían más de 200 ICBM, que constituirían una fuerza de respuesta arrolladora, aunque no se tengan en cuenta los bombarderos del SAC, los submarinos lanzamisiles y los miles de armas nucleares técticas norteamericanas desplegadas en ultramar y situadas a bordo de los portaviones. Así pues, es engañoso, cuando menos, suponer que un ataque de contragolpe, realizado con éxito y estratégicamente efectivo, podría llevarse a cabo sin ocasionar demasiadas bajas.

Uno de los peligros más grave, que significaría cualquier nuevo enfoque estratégico que pusiera el acento en la preparación para intervenir realmente en una guerra de contragolpe limitada, es que tendería a socavar la estabilidad del equilibrio estratégico. Una cosa es la flexibilidad y otra, muy distinta, la capacidad de destruir con eficacia objetivos reforzados. La flexibilidad, en efecto, es el resultado lógico de la amplia gama de armas estratégicas de que disponen los Estados Unidos, dirigidas contra una gran variedad de objetivos, militares, urbanos o industriales. Cada una de estas armas, o un centenar de ellas por ejemplo, podría lanzarse selectivamente. Por otra parte, cada misil o bombardero puede dirigirse opcionalmente contra múltiples objetivos. El nuevo sistema de *Command Data Buffer* (Memoria de datos de mando), actualmente en fase de terminación, permite reasignar, a distancia y en 36 minutos, los objetivos en los ordenadores situados a bordo de los misiles Minuteman III, operación que se efectúa desde los centros de control de lanzamiento.

Debido a esta gran flexibilidad, los Estados Unidos poseen ya una considerable capacidad de contragolpe, incluso sin contar con las cabezas nucleares de alta precisión. Existen, por ejemplo, objetivos militares sin protección o "blandos", como aeropuertos y bases de submarinos, que podrían destruirse de modo selectivo con unas pocas cabezas atómicas. Incluso los silos reforzados para misiles podrían destruirse alcanzándolos uno a uno con varios misiles Minuteman. A pesar de todo, sin embargo, el Departamento de Defensa no se considera satisfecho: quiere tener la posibilidad de realizar acciones de contragolpe eficazmente y con resultados seguros contra los silos reforzados de los ICBM rusos. En efecto, en su solicitud de asignación presupuestaria de 1976, Schlesinger declaró: "Creo que tenemos que mejorar nuestra capacidad para destruir objetivos reforzados, de manera que podamos tener más confianza en la ejecución de ataques limitados contra dichos objetivos". En la actualidad, los Estados Unidos avanzan realmente hacia esta meta, mediante programas dotados en los presupuestos públicos.

El camino así emprendido choca directamente con la necesidad de estabilidad estratégica. Una fuerza de misiles como la que tienen los norteamericanos, dotada de vehículos de reentrada con objetivos múltiples asignables independientemente (MIRV) o de vehículos de reentrada maniobrables (MARV), actualmente en fase de puesta a punto, y poseyendo además una combinación probada de fiabilidad muy elevada, sistemas de guía muy exactos y cabezas nucleares de alto rendimiento, podría hacer pensar a los dirigentes rusos en la posibilidad de una acción preventiva norteamericana contra sus silos de ICBM. Les induciría a creer, además, que, en el momento de enfrentamiento, no deberían dejarse sorprender con sus misiles encerrados en los correspondientes silos, que en ese momento deberían actuar antes que el adversario, o bien adoptar una política de "dedo en el gatillo", de estado de alerta para el lanzamiento. Estos mismos argumentos se aplican cambiando el rol, entre rusos y norteamericanos. La controversia que tiene lugar actualmente en los Estados Unidos, a nivel nacional, indica que existe una lógica preocupación general ante la posibilidad de que la URSS pueda estar desarrollando su capacidad para realizar ataques de contragolpe contra objetivos reforzados, a la vista del aumento de tamaño de los ICBM rusos.

Por supuesto, es imposible concebir una acción preventiva que amenace de verdad la capacidad de respuesta de la URSS (o de los Estados Unidos), aunque sólo sea porque los submarinos lanzamisiles en alta mar y los bombarderos en pleno vuelo o en estado de alerta no pueden resultar destruidos en un ataque de este tipo. Sin embargo, para mantener la situación de estabilidad estratégica que reina actualmente entre ambas superpotencias, es necesario que no exista una vulnerabilidad –ni real ni "sentida"– de ninguno de los elementos principales que componen las fuerzas de disuasión estratégica de los dos bandos. (Desde el punto de vista ruso, esto se aplica en particular a los ICBM con base en tierra, dado que en conjunto constituyen una parte mucho más importante de su poder de disuasión que para los Estados Unidos: el 75 por ciento en el caso de la URSS contra el 25 por ciento para los norteamericanos.) Por consiguiente, el despliegue de misiles capaces de destruir objetivos reforzados crearía tensiones, ya que cada bando temería que dicho despliegue pudiera constituir, a fin de cuentas, una amenaza efectiva de ataque preventivo contra sus propias fuerzas de ICBM basadas en silos reforzados. Para el caso, el hecho de que las enormes dificultades técnicas y operacionales, como el problema del "fratricidio", hagan dudar a mucha gente de que se pueda alcanzar esta capacidad, casi no tiene importancia; en efecto, siempre quedaría la duda de que algún ICBM con base en tierra saliera indemne de un primer golpe preventivo.

Los militares norteamericanos saben del peligro que supone amenazar, aunque sea en apariencia, la capacidad rusa de respuesta; por esa razón, acompañan sus propuestas en favor de una mejora de capacidad de destrucción de objetivos reforzados con la afirmación de que este despliegue de nuevas armas ofensivas sería limitado, al menos de momento. Pero, ¿se puede habilitar un potencial limitado de contragolpe contra silos "duros" sin provocar los mismos efectos nocivos que tendría una capacidad más importante? Después de todo, el único argumento aducido en apoyo de los continuos programas de mejora de los misiles norteamericanos ha sido el miedo a la posible amenaza de un futuro ataque de contragolpe por ICBM rusos contra los misiles Minuteman norteamericanos. Se ha dicho que los norteamericanos deben poder responder con la misma moneda a todas y cada una de las amenazas potenciales previsibles. Schlesinger ha declarado que no debía haber "ninguna asimetría percibible, ni en el nivel ni en la capacidad de las respectivas fuerzas, tanto tradicionales como nucleares".

El peligro de este razonamiento es que, casi fatalmente, el programa de desarrollo armamentístico norteamericano empujará a los rusos a lanzarse al desarrollo del mismo programa que los Estados Unidos temen (y viceversa, naturalmente). Todos los precedentes, entre ellos el caso de la entrada en servicio de misiles del tipo MIRV en ambos bandos, indican que, una vez puestas a punto las técnicas necesarias y luego de haber comprobado que darían buen resultado en un posible ataque de contragolpe contra objetivos reforzados, la dinámica de la carrera de armamentos nucleares entrará en funcionamiento; entonces, será difícil, si no imposible, que

los Estados Unidos duden en proveerse abundantemente de nuevas armas, y la URSS tampoco podrá librarse de responder con la misma moneda.

Ninguno de los dos bandos ha puesto a punto todavía armamento proyectado específicamente para eliminar objetivos reforzados; es decir, armas capaces de destruir, con toda probabilidad, un objetivo militar reforzado o "duro", como pueda ser un silo subterráneo, utilizando para ello una sola cabeza nuclear. Sin embargo, en el presupuesto de defensa de los Estados Unidos para el año en curso, se han asignado fondos para programas de investigación y desarrollo encaminados a este fin. Por lo tanto, antes de que ambos países se comprometan más seriamente y quizá de manera irrevocable en la realización de programas –recíprocamente estimulados y mutuamente reforzados– para el desarrollo de tales armas, es necesario plantearnos unos interrogantes inevitables. ¿Se quieren y se necesitan esas armas? ¿Qué sentido tiene ser capaz de destruir un silo enemigo (que quizá se encuentre vacío cuando lo alcance la cabeza atómica) en respuesta a un ataque contra el propio silo? Si se desea dar una réplica limitada, ¿no constituiría un buen blanco cualquier base aérea o naval, o bien un depósito militar? ¿Acaso no es adecuada la actual flexibilidad, de tan amplio espectro? Las armas destinadas a una acción de contragolpe dirigida a objetivos reforzados, ¿constituyen una contribución militar obligada a la seguridad nacional o se justifican exclusivamente en una efímera discusión político-estratégica?

Hemos explicado ya que tales armas complicarían el problema de mantener la estabilidad estratégica. Parece, pues, que evitar su puesta a punto y su despliegue sería útil para la seguridad de los Estados Unidos y de la URSS. Un precedente significativo a este respecto lo constituye el tratado (negociado en la primera serie de conversaciones sobre la limitación de armas estratégicas) que reduce estrictamente las defensas contra misiles balísticos. Ahora, una vez más, los Estados Unidos y la URSS tienen una ocasión decisivamente importante para limitar su tradicional competencia en la tecnología bélica; para ello, deberían detener las pruebas y la puesta en servicio de nuevas armas destinadas a destruir silos reforzados de ICBM.

En los treinta años transcurridos desde Hiroshima y Nagasaki, se han producido muchas crisis en las que se han visto implicadas las dos superpotencias; los Estados Unidos, además, han intervenido en dos importantes guerras continentales, en Asia. A pesar de todo, sin embargo, la tregua armada nuclear no se ha roto. ¿A qué se debe que ninguno de los dos bandos haya lanzado ni una sola de los miles de cabezas "nucleares" que tiene en servicio? La razón, sin duda alguna, es que los dirigentes y los ciudadanos de ambos países tienen un miedo atroz a que, una vez haya explosionado un arma nuclear, la réplica sea otra explosión, con sucesivos ataques mutuos, cada vez más devastadores, hasta que ambas naciones queden destruidas y millones de personas muertas y heridas. El nuevo enfoque basado en una estrategia de contragolpe dirigida selectivamente contra objetivos reforzados, acompañada de intensos esfuerzos en materia de defensa civil, plantea una cuestión de fondo, a saber, si existen o no perspectivas reales de eludir este "equilibrio por el terror". Hemos de preguntarnos si la suposición de que una guerra nuclear generalizada se evita gracias a la certeza de la mutua destrucción debe abandonarse en favor de otro objetivo, consistente en intervenir en una guerra nuclear limitada, ganarla y "sobrevivir" a ella, cuando todo indica que incluso una fuerza limitada ocasionaría muchos millones de muertos.

Durante el decenio 1960-1969, los Estados Unidos escogieron una opción estratégica que daba la máxima prioridad a la prevención de la guerra nuclear, por medio de la disuasión más que preparándose para intervenir en guerras nucleares, si fallaba aquélla. Desde entonces, las técnicas bélicas han registrado un progreso notable, de tal manera que hoy en día pueden tomarse en consideración seriamente ciertos tipos nuevos de acciones limitadas de contragolpe, más perfeccionadas, incluyendo los ataques contra objetivos militares reforzados. Sin embargo, la realidad política de la disuasión permanece inalterada. Las nuevas técnicas y la nueva estrategia no reducen significativamente el peligro de que estalle una guerra nuclear total una vez se haya disparado la primera arma nuclear.

Conviene tener en cuenta que, una vez cruzada la fatídica línea nuclear, la decisión de mantener una guerra dentro de determinados límites ya no depende de un solo bando; tienen que tomarla los dos –o más– participantes en el conflicto. Tal como escribió el secretario de Estado Henry A. Kissinger en 1965, "nadie sabe cómo reaccionarán los gobiernos y los pueblos ante una explosión nuclear en el caso de que ambos bandos posean vastos arsenales".

Bibliografía

Los lectores interesados en una mayor profundización de los temas expuestos pueden consultar los trabajos siguientes:

RECURSOS MUNDIALES Y CLASE MEDIA

RESOURCES AND MAN: A Study and Recommendations. Committee on Resources and Man of the Division of Earth Sciences, National Academy of Sciences-National Research Council W. H. Freeman and Company, 1960.

MAN AND THE ECOSPHERE: Readings from Scientific American. W. H. Freeman and Company, 1971.

ECONOMICS OF THE ENVIRONMENT: Selected Readings. Editado por Robert Dorfman y Nancy S. Dorfman. W. W. Norton and Company, Inc., 1972.

THE HUMAN POPULATION: A Scientific American Book. W. H. Freeman and Company, 1974. Edición española: Editorial Labor, Barcelona 1976.

LA GUERRA NUCLEAR LIMITADA

THE EFFECTS OF NUCLEAR WEAPONS. Dirigido por Samuel Glasstone y preparado por el United States Department of Defense. United States Atomic Energy Commission (U.S. Government Printing Office), 1964.

NUCLEAR STRATEGY AND NUCLEAR WEAPONS. Barry E. Carter en *Scientific American*, vol. 230, n.º 5, págs. 20-31; mayo, 1974.

ANALYSES OF EFFECTS OF LIMITED NUCLEAR WARFARE: SEPTEMBER, 1975. Subcommittee on Arms Control, International Organizations and Security Agreements of the Committee on Foreign Relations, United States Senate. U.S. Government Printing Office, 1975.

METABOLISMO DE LOS GLICERIDOS EN EL TEJIDO ADIPOSO

LIPID METABOLISM, OBESITY AND DIABETES MELLITUS: Impact Upon Atherosclerosis, Editado por R. Levine y E. F. Pfeiffer en *Hormone and Metabolic Research*, series suplementarias n.º 4, Georg Thieme Publishers Stuttgart, 1974.

CALCULATION OF LIPOLYSIS AND ESTERIFICATION FROM GLYCEROL METABOLISM IN RAT ADIPOSE TISSUE. E. Herrera y A. Ayanz en *Journal of Lipid Research*, vol. 13, págs. 802-809; 1972.

LIPID BIOCHEMISTRY, AN INTRODUCTION, M. I. Gurr and A. T. James, segunda edición, Chapman and Hall London, 1975.

THE EFFECT OF GLUCOSE, INSULIN AND ADRENALINE ON GLYCEROL METABOLISM *IN VITRO* IN RAT ADIPOSE TISSUE, M. C. Domínguez y E. Herrera, *The Biochemical Journal*, vol. 158, págs. 183-190; 1976.

LOS PROCESOS REPETITIVOS EN EL DESARROLLO DEL NIÑO

THE CHILD AND MODERN PHYSICS. Jean Piaget en *Scientific American*, vol. 196, n.º 3, págs. 46-51; marzo, 1957.

PLASTICITY IN SENSORY-MOTOR SYSTEMS. Richard Held en *Scientific American*, vol. 213, n.º 5, págs. 84-94; noviembre, 1965.

EL CONFINAMIENTO DE LOS QUARKS

NEW EXTENDED MODEL OF HADRONS. A. Chodos, R. L. Jaffe, K. Johnson, C. B. Thorn y V. F. Weisskopt en *Physical Review D*, vol. 9, n.º 12, págs. 3471-3495; junio 15, 1974.

ASYMPTOTIC FREEDOM: AN APPROACH TO STRONG INTERACTIONS. H. David Politzer en *Physics Reports*, vol. 14C, n.º 4, págs. 129-180; noviembre, 1974.

DUAL-RESONANCE MODELS OF ELEMENTARY PARTICLES. John H. Schwarz en *Scientific American*, vol. 232, n.º 2, págs. 61-67; febrero, 1975.

MASSES AND OTHER PARAMETERS OF THE LIGHT HADRONS. T. DeGrand, R. L. Jaffe, K. Johnson y J. Kiskis en *Physical Review D*, vol. 12, n.º 7, págs. 2060-2076; octubre 1, 1975.

CORRIENTES DE CONVECCION EN EL MANTO TERRESTRE

FINITE AMPLITUDE CONVECTIVE CELLS AND CONTINENTAL DRIFT. D. L. Turcotte y E. R. Oxburgh en *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 28, parte 1, págs. 29-42; abril 12, 1967.

CONVENCTION IN THE EARTH'S MANTLE: TOWARDS A NUMERICAL SIMULATION. D. P. McKenzie, J. M. Roberts y N. O. Weiss en *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 62, parte 3, págs. 465-538; febrero 11, 1974.

ON THE INTERACTION OF TWO SCALES OF CONVECTION IN THE MANTLE. Frank M. Richter y Barry Parsons en *Journal of Geophysical Research*, vol. 80, n.º 17, págs. 2529-2541; junio 10, 1975.

CELULAS VISUALES EN EL PUENTE CEREBRAL

RECEIVING AREAS OF THE TACTILE, AUDITORY, AND VISUAL SYSTEMS IN THE CEREBELLUM. Ray S. Snider y Averill Stowell en *Journal of Neurophysiology*, vol. 7, n.º 6, págs. 331-357; noviembre, 1944.

AFFERENT IMPULSES TO THE CEREBELLAR HEMISPHERES FROM THE CEREBRAL CORTEX AND CERTAIN SUBCORTICAL NUCLEI: AN ELECTRO-ANATOMICAL STUDY IN THE CAT. Jan Jansen, Jr., en *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 41, suplemento 143; 1957.

TELECEPTIVE COMPONENTS OF THE CEREBELLAR FUNCTION. Ettore Fadiga y Giulio Pupilli en *Physiological Reviews*, vol. 44, n.º 3, págs. 432-486; julio, 1964.

HECHURADO DE BANDAS METALICAS

TECHNIQUES OF PRESSWORKING SHEET METAL: AN ENGINEERING APPROACH TO DIE DESIGN. Donald F. Eary y Edward A. Reed. Prentice-Hall, Inc., 1958.

HOW TO RATE STRETCH FORMABILITY OF SHEET METALS. Amit K. Ghosh en *Metal Progress*, vol. 107, n.º 5, págs. 52-54; mayo, 1975.

SIMPLE TECHNIQUE FOR DETERMINING FORMING LIMIT CURVES. Siegfried S. Hecker en *Sheet Metal Industries*, vol. 52, n.º 11, págs. 671-676; noviembre, 1975.

JUEGOS MATEMATICOS

THE UBIQUITOUS NUMBER FIVE. I. A. Barnett en *The Mathematics Teacher*, vol. 61, n.º 4, págs. 433-434; abril 1968.

RECURSIVELY GENERATED PERIODIC SEQUENCES. R. P. Kurshan y B. Gopinath en *Canadian Journal of Mathematics*, vol. 26, n.º 6, págs. 1356-1371; diciembre, 1974.

Número 4
Enero 1977

INVESTIGACION Y
CIENCIA
Edición en español de SCIENTIFIC AMERICAN

4 **RECURSOS MUNDIALES Y CLASE MEDIA, Nathan Keyfitz**
Desarrollo económico significa ingreso en la clase media mundial, de elevado índice de consumo.

15 **LA GUERRA NUCLEAR LIMITADA, Sidney D. Drell y Frank von Hippel**
Los Estados Unidos se están preparando para una hipotética guerra limitada a objetivos militares.

28 **METABOLISMO DE LOS GLICERIDOS EN EL TEJIDO ADIPOSO, Emilio Herrera**
El metabolismo de las grasas constituye la forma principal de acúmulo de energía en el organismo humano.

40 **LOS PROCESOS REPETITIVOS EN EL DESARROLLO DEL NIÑO, T. G. R. Bower**
Conforme un niño va creciendo, adquiere ciertas habilidades, que luego pierde y vuelve a recuperar.

52 **EL CONFINAMIENTO DE LOS QUARKS, Yoichiro Nambu**
¿Por qué estas partículas elementales, que explican tantas propiedades, no han sido identificadas?

66 **CORRIENTES DE CONVECCION EN EL MANTO TERRESTRE, D.P. McKenzie y Frank Richter**
Las corrientes a gran y pequeña escala desempeñan un papel importante en la tectónica de placas.

78 **CELULAS VISUALES EN EL PUENTE CEREBRAL, Mitchell Glickstein y Alan R. Gibson**
Las células de la protuberancia actúan como relés en la conexión de los ojos y de los músculos.

88 **HECHURADO DE BANDAS METALICAS, S.S. Hecker y A. K. Ghosh**
El comportamiento de un metal en el proceso de estampación reviste gran interés de orden práctico.

3 AUTORES
38 CIENCIA Y SOCIEDAD
98 JUEGOS MATEMATICOS
102 TALLER Y LABORATORIO
108 LIBROS
110 BIBLIOGRAFIA

EDITA Prensa Científica, S.A.
Calabria, 235-239
Barcelona-15
ESPAÑA

Los autores

NATHAN KEYFITZ ("Recursos mundiales y clase media") enseña demografía y sociología en la Universidad de Harvard. Se graduó en 1934 en la Universidad de McGill, en donde se especializó en matemáticas. Trabajó en estadística para el Dominion Bureau of Statistics, en Ottawa, mientras obtenía su Ph. D. en sociología en 1952, por la Universidad de Chicago. Se incorporó a la docencia en 1959, al ser nombrado profesor de sociología en la Universidad de Toronto. Ha escrito varios libros, entre ellos *Introduction to the Mathematics of Population* (1968).

SIDNEY D. DRELL y FRANK VON HIPPEL ("La guerra nuclear limitada") son físicos de las Universidades de Stanford y Princeton, respectivamente. Drell es profesor, subdirector y jefe del departamento de física teórica del Stanford Lineal Accelerator Center. Preside el High Energy Physics Advisory Panel of the High Energy Research and Development Administration (ERDA). Trabaja en Stanford desde 1956, a los siete años de haberse doctorado en física por la Universidad de Illinois. Von Hippel es investigador del centro de estudios del medio ambiente, de Princeton. Después de doctorarse en la Universidad de Oxford, en 1962, pasó a trabajar como investigador asociado al Instituto Fermi, de la Universidad de Chicago. Formó parte posteriormente de los departamentos de física de la Cornell University y de Stanford, y ha trabajado en el Lawrence Radiation Laboratory de la Universidad de California y en la división de física de alta energía del Argonne National Laboratory. Drell y Von Hippel han podido colaborar en su artículo gracias a sus respectivas relaciones con la Office of Technology Assessment.

EMILIO HERRERA ("Metabolismo de los glicéridos en el tejido adiposo") es catedrático y Jefe del Departamento de fisiología general de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona. Durante el curso 1965-66 trabajó como becario postdoctoral de la Fundación Juan March en el Thorndike Memorial Laboratory de la Harvard University Medical School, Boston, Mass., y los cursos 1966-67 y 67-68, en la Northwestern University Medical School de Chicago, Ill., en el Departamento dirigido por el Profesor Norbert Freinkel, sobre diversos aspectos de la regulación del metabolismo intermediario. Su línea de investigación actual se relaciona con las variaciones en las interrelaciones carbohidratos y grasas en hipo e hipertiroidismo, diabetes, preñez y lactancia en la rata, con especial atención a las alteraciones del metabolismo de glicéridos en tejido adiposo.

T. G. R. BOWER ("Procesos repetitivos en el desarrollo del niño") es actualmente profesor visitante de psicología en la Universidad libre de Bruselas. Se graduó en la Universidad de Edimburgo en 1963, y recibió su Ph. D. por la Cornell University en 1965. Trabajó en Harvard sobre problemas de percepción, desarrollo ontogenético y filogenético y comportamiento animal. En 1969 volvió a Edimburgo, en donde entró a formar parte del departamento de psicología.

YOICHIRO NAMBU ("El confinamiento de los quarks") es director del Departamento de física de la Universidad de Chicago. Nacido en Japón, se licenció y doctoró en física por la Universidad de Tokyo. En 1952 fue invitado al Institute for Advanced Study en Princeton. A propósito de lo cual ha escrito: "Fue el momento decisivo de mi vida, porque he permanecido en Estados Unidos desde entonces". Estuvo dos años en este Instituto antes de pasar a la facultad de Chicago.

D. P. McKENZIE y FRANK RICHTER ("Corrientes de convección en el manto terrestre") son geofísicos de la Universidad de Cambridge y de la Universidad de Chicago, respectivamente. McKenzie es director adjunto de investigación en el Departamento de geodesia y geofísica de Cambridge. Desde que obtuvo su Ph. D. en esta última universidad ha permanecido repetidas veces en el Scripps Institute of Oceanography, en el Instituto de Tecnología de California, en el de Massachusetts y en la Woods Hole Oceanographic Institution. Durante el año en curso ha sido elegido miembro de la Royal Society. Richter es profesor adjunto de geofísica en Chicago, donde obtuvo su Ph. D. en 1972. Pasó como investigador asociado al M.I.T. Durante 1974-1975 fue becario de la fundación Guggenheim, antes de incorporarse a la facultad de Chicago.

MITCHELL GLICKSTEIN y ALAN R. GIBSON ("Células visuales en el puente cerebral") trabajan en el Laboratorio de Psicología Walter S. Hunter de la Brown University. Glickstein enseña psicología en esta Universidad; es investigador del Departamento de fisiología de la Universidad de Oxford. Doctorado en psicología por la Universidad de Chicago trabajó en el Instituto de Tecnología de California y en la Universidad de Stanford. "Mi interés principal", escribe, "se centra en la estructura y la función del cerebro y sus relaciones para la coordinación visual de los movimientos." Gibson trabaja en la Brown University como investigador después de doctorarse en la Universidad de Nueva York.

S. S. HECKER y A. K. GHOSH ("El hechurado de bandas metálicas") trabajan en la sección de metalurgia de Los Alamos Scientific Laboratory y Science Center of the Rockwell International Corporation, respectivamente. Se conocieron en el Research Laboratories de la General Motors Corporation, en donde estaban investigando el tema, fruto de cuyo esfuerzo es la mayor parte del artículo. Hecker trabajó en los laboratorios de la General Motors de 1970 hasta 1973. A partir de entonces ha estado investigando en Los Alamos. Ghosh entró a formar parte del Physics Department de la General Motors Laboratories en 1972 después de graduarse (Ph. D.) en metalurgia y mineralogía en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Se graduó en 1966 en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Calcuta.

ERRATA

Número 3, diciembre de 1976

Pág.	*columna*	*línea*	*dice*	*debe decir*
11	2	7	cinco casos por habitante	cinco casos por 100.000 habitantes
20	2-3	28-1	Si el electrón tiene	Si el fotón tiene